

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
10. April 2003 (10.04.2003)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 03/029521 A1

(51) Internationale Patentklassifikation⁷: C23G 5/00,
C23C 10/60, C23F 4/00, F01D 5/00, C23C 10/04, B23P
6/00

HP1 2RZ (GB). REICHE, Ralph [DE/DE]; Bulgenbach-
weg 15, 13465 Berlin (DE). WILKENHÖNER, Rolf
[DE/DE]; Kaisers-Aug.-Allee 86b, 10589 Berlin (DE).

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP02/05490

(74) Gemeinsamer Vertreter: SIEMENS AKTIENGE-
SELLSCHAFT; Postfach 22 16 34, 80506 München
(DE).

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. Mai 2002 (17.05.2002)

(81) Bestimmungsstaaten (national): CA, CN, JP, RU, UA,
US.

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(84) Bestimmungsstaaten (regional): europäisches Patent (AT,
BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC,
NL, PT, SE, TR).

(30) Angaben zur Priorität:
01123593.4 1. Oktober 2001 (01.10.2001) EP

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE];
Wittelsbacherplatz 2, 80333 München (DE).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

— hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu
beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii) für die
folgenden Bestimmungsstaaten CA, CN, JP, RU, UA, eu-
ropäisches Patent (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR,
GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR)

(72) Erfinder; und

(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): CZECH, Norbert
[DE/DE]; Birkenallee 35, 46286 Dorsten (DE). JEUT-
TER, Andre [DE/DE]; Buggenbeck 152, 45472 Mülheim
a.d. Ruhr (DE). KEMPSTER, Adrian [GB/GB]; "Great-
work" Winkwell Dock, Hemel Hempstead, Hertfordshire

— Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv) nur für US

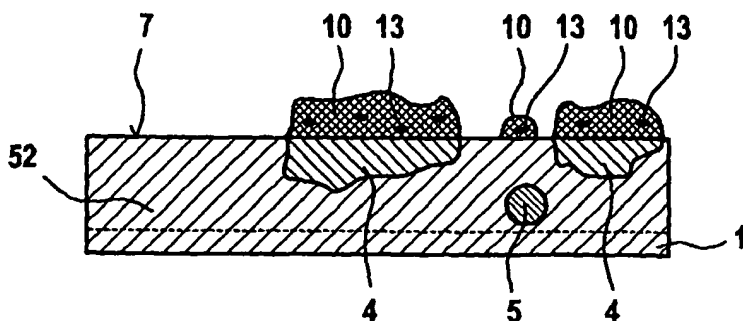
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht
— mit geänderten Ansprüchen

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: METHOD FOR REMOVING AT LEAST ONE AREA OF A LAYER OF A COMPONENT CONSISTING OF METAL
OR A METAL COMPOUND

(54) Bezeichnung: VERFAHREN ZUR ENTFERNUNG VON ZUMINDEST EINEM SCHICHTBEREICH EINES BAUTEILS
AUS METALL ODER EINER METALLVERBINDUNG



(57) Abstract: The invention relates to a method for removing an area of a layer of a component consisting of metal or a metal compound. According to prior art, corrosion products of a component are removed in a first step by applying a molten mass or by heating in a voluminous powder bed. This requires high temperatures or a large amount of space. The inventive method for removing corrosion products of a component (1) is characterised in that a cleaning agent

(10) is applied locally, which removes the corrosion products by means of a gaseous reaction product.

(57) Zusammenfassung: Verfahren zur Entfernung eines Schichtbereichs eines Bauteils aus Metall oder einer Metallverbindung. Nach dem Stand der Technik werden Korrosionsprodukte eines Bauteils in einem ersten Arbeitsschritt durch Aufbringen einer Schmelze oder Erwärmen in einem voluminösen Pulverbett entfernt. Dies bedingt hohe Temperaturen oder einen hohen Platzverbrauch. Das erfindungsgemäße Verfahren zur Entfernung von Korrosionsprodukten eines Bauteils (1) besteht darin, ein Reinigungsmittel (10) lokal aufzutragen, das über ein gasförmiges Reaktionsprodukt zur Entfernung von Korrosionsprodukten führt.

WO 03/029521 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

1

Verfahren zur Entfernung von zumindest einem Schichtbereich eines Bauteils aus Metall oder einer Metallverbindung

5 Gebiet der Erfindung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Entfernung von einem Schichtbereich eines aus Metall oder einer Metallverbindung bestehenden Bauteils, bei der ein mehrkomponentiges
10 Reinigungsmittel auf einfache Art und Weise auf das Bauteil oder den Schichtbereich aufgebracht wird, wodurch sich nach einer Wärmebehandlung des Bauteils mit dem Reinigungsmittel der Schichtbereich leichter entfernen oder abtragen lässt.

15

Hintergrund zur Erfindung

In heutigen modernen Energieerzeugungsanlagen, wie z.B. Gasturbinenanlagen, spielt der Wirkungsgrad eine wichtige Rolle,
20 weil dadurch die Kosten für den Betrieb der Gasturbinenanlagen reduziert werden können.

Eine Möglichkeit, den Wirkungsgrad zu erhöhen und damit die Betriebskosten zu reduzieren, besteht darin,
25 Einlasstemperaturen eines Verbrennungsgases innerhalb einer Gasturbine zu erhöhen.

Aus diesem Grunde wurden keramische Wärmedämmschichten entwickelt, die auf thermisch belasteten Bauteilen, bspw. aus
30 Superlegierungen, aufgebracht werden, die alleine den hohen Einlasstemperaturen auf Dauer nicht mehr standhalten könnten. Die keramische Wärmedämmschicht bietet den Vorteil einer hohen Temperaturresistenz aufgrund ihrer keramischen Eigenschaften und das metallische Substrat bietet den Vorteil
35 der guten mechanischen Eigenschaften in diesem Verbund- oder Schichtsystem.

Typischerweise ist zwischen dem Substrat und der keramischen Wärmedämmschicht eine Haftvermittlungsschicht der Zusammensetzung MCrAlY (Hauptbestandteile) aufgebracht, wobei M bedeutet, dass ein Metall aus Nickel, Chrom oder Eisen verwendet wird.

Die Zusammensetzung dieser MCrAlY-Schichten kann variieren, jedoch unterliegen alle MCrAlY-Schichten trotz der aufliegenden Keramikschicht einer Korrosion durch Oxidation, Sulfidation, Nitridation oder anderen chemischen und/oder mechanischen Angriffen.

Die MCrAlY-Schicht degradiert dabei häufig in einem stärkeren Maße als das metallische Substrat, d.h. die Lebensdauer des Verbundsystems aus Substrat und Schicht wird bestimmt durch die Lebensdauer der MCrAlY-Schicht.

Die MCrAlY-Zwischenschicht ist nach längerem Einsatz nur noch bedingt funktionstüchtig, hingegen kann das Substrat noch voll funktionstüchtig sein.

Es besteht also der Bedarf, die im Einsatz degradierten Bauteile, bspw. Turbinenschaufeln, Leitschaufeln oder Brennkammerteile aufzuarbeiten, wobei die korrodierten Schichten oder Zonen der MCrAlY-Schicht abgetragen werden müssen, um eventuell neue MCrAlY-Schichten und/oder wiederum eine Wärmedämmschicht aufzubringen. Die Verwendung von vorhandenen, benutzten Substraten führt zu einer Kostenreduzierung beim Betrieb von Gasturbinenanlagen.

Dabei muss beachtet werden, dass das Design der Turbinenschaufel oder der Leitschaufel nicht verändert wird, d.h. dass ein gleichmässiger Oberflächenabtrag von Material erfolgt.

Weiterhin dürfen keine Korrosionsprodukte zurückbleiben, die bei einer neuen Beschichtung mit einer MCrAlY-Schicht

und/oder einer keramischen Wärmedämmschicht eine Fehlerquelle bilden oder zu einer schlechten Haftung der Wärmedämmschicht führen.

5 Ein Verfahren zur Entfernung von Korrosionsprodukten ist aus der US-PS 6,217,668 bekannt. Bei diesem Verfahren wird das korrodierte Bauteil in einem großen Tiegel untergebracht, wobei das Bauteil in einem Pulverbett mit einer Aluminiumquelle angeordnet ist. Der Tiegel muss teilweise abgeschlossen und
10 dann in einem Ofen erwärmt werden. Durch den Wärmeprozess wird dem korrodierten Bauteil Aluminium zugeführt, wodurch sich die Bereiche durch eine anschließende Säurebehandlung entfernen lassen, die sich vorher schlechter abtragen ließen; also eine höhere Abtragungsresistenz aufwiesen.

15 Für das Pulverbett wird viel Material benötigt und der Tiegel beansprucht viel Raum im Ofen während der Wärmebehandlung. Der Wärmeprozess dauert wegen der großen Wärmekapazität auch länger.

20 Ein weiteres Verfahren zur Entfernung von Oberflächenschichten von metallischen Beschichtungen ist aus der US-PS 6,036,995 bekannt. Bei diesem Verfahren wird die Aluminiumquelle durch eine Paste auf ein korrodiertes Bauteil aufgetragen. Das Bauteil mit der Paste muss jedoch erwärmt werden,
25 bis das Aluminium schmilzt, so dass erst dann eine Diffusion von Aluminium in das Bauteil hinein stattfinden kann. Die geschmolzene Aluminiumschicht lässt sich schlecht entfernen, da sie sehr gut auf dem Bauteil haftet.

30

Beschreibung der Erfindung

Die Erfindung überwindet die beschriebenen Nachteile durch
35 ein Verfahren wie es im Anspruch 1 beschrieben ist.

Das erfindungsgemäße Verfahren hat demgegenüber den Vorteil, dass auf einfache Art und Weise Schichtbereiche bspw. Korrosionsprodukte von Bauteilen entfernt werden.

Dabei ist es erstmals möglich, die Abscheidung von einem

- 5 Imprägnierstoff aus der Gasphase in einem lokal kontrollierbaren Verfahren durchzuführen, so dass es trotz der gasförmigen Verbindung mit dem Imprägnierstoff nicht zu einer Imprägnation in Bereichen kommt, die unbehandelt bleiben sollen.

10

Durch die in den abhängigen Ansprüchen aufgeführten Verfahrensschritte sind vorteilhafte Weiterbildungen und Verbesserungen des im Anspruch 1 genannten Verfahrens möglich.

- 15 Vor dem Auftragen eines Reinigungsmittels, in einem Zwischenschritt des erfindungsgemäßen Verfahrens, auf das Bauteil oder den Schichtbereich ist es vorteilhaft, zumindest grob die Korrosionsprodukte oder andere Bereiche, wie z.B. eine Wärmedämmschicht einer Turbinenschaufel, abzutragen, weil
20 dadurch die folgenden Verfahrensschritte erleichtert und zeitlich verkürzt und somit Kosten reduziert werden.

- Die Abtragung kann durch mechanische Verfahren, z.B. Sandstrahlen, Wasserstrahlen, Trockeneisstrahlen, und/oder durch
25 chemische Verfahren, z.B. eine Säurebehandlung, erfolgen:

- Wenn das Reinigungsmittel auf dem Bauteil zumindest teilweise haftet, kann in vorteilhafter Art und Weise bspw. Vorder- und Rückseite des Bauteils gleichzeitig gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren von Korrosionsprodukten entfernt werden.
30

- Die Haftung des Reinigungsmittels auf dem Bauteil kann auf vorteilhafte Weise dadurch erfolgen, dass das Reinigungsmittel eine pastenartige Konsistenz aufweist, indem beispielsweise das Reinigungsmittel einen Binder enthält.
35

Das Reinigungsmittel kann auch mit einer Trägerflüssigkeit mit oder ohne Binder vermischt sein und auf das Bauteil auf-
gepinselt werden oder das Bauteil wird durch Eintauchen in
eine fließfähige Masse aus Flüssigkeit und Reinigungsmittel
5 mit dem Reinigungsmittel beschichtet.

Das Reinigungsmittel kann auch auf vorteilhafte Art und Weise
nur lokal auf dem Bauteil aufgebracht werden, da Bereiche,
die nicht korrodiert sind, keine Auftragung des Reinigungs-
mittels benötigen, wodurch Reinigungsmittel gespart werden
10 kann.

So sind auch keine Masken mehr notwendig, um wie bei einer
großflächigen Auftragung (Pulverbett, Plasmaspritzen, ver-
laufende Aluminiumschmelze) solche Bereiche zu schützen, in
15 denen kein Reinigungsmittel aufgebracht werden muss.

Die Aufbringung des Reinigungsmittels erfolgt vorteilhafter-
weise in der Nähe der Korrosionsprodukte, weil dadurch die
zumindest eine Komponente des Reinigungsmittels kurze Diffu-
20 sionswege während der Wärmebehandlung hat.

Das Reinigungsmittel wird bspw. in einer dünnen Schicht auf
das Bauteil aufgebracht, so dass gegenüber dem Einbetten des
Bauteils in ein Pulverbett erheblich weniger Material ver-
25 braucht wird. Außerdem bedeutet die tiegellose
Wärmebehandlung, dass in dem Ofen kein Platz durch die
voluminösen Tiegel verbraucht wird, so dass mehr Bauteile in
einem Ofenzyklus untergebracht werden können, was die
Prozesskosten reduziert.

30

Der Wegfall und die Verringerung der Massen von Tiegelrn bzw.
Reinigungsmittel bedeutet, dass insgesamt deutlich weniger
Masse erhitzt werden muss.

35 Durch ein Abtragungsverfahren, bspw. eine Säurebehandlung,
wird die Oberfläche des unkorrodierten Bauteils gleichmäßig
abgetragen. Die Korrosion erzeugt jedoch Bereiche des Bau-

teils und/oder Korrosionsprodukte, die sich durch die Säurebehandlung nicht mehr so leicht entfernen oder abtragen lassen, also abtragungsresistenter sind. Dies führt bei einer Säurebehandlung als Abtragungsverfahren zu einer ungewollten, ungleichmäßigen Abtragung an korrodierten oder degradierten Bauteilen.

Die durch die erfindungsgemäße Behandlung bewirkte Bildung zumindest einer Opferzone in dem abzutragenden Schichtbereich, d.h. den abtragungsresistenteren Bereichen des Bauteils führt dazu, dass die durch Degradation abtragungsresistenter gewordenen Bereiche sich wie Material des nicht degradierten Bauteils abtragen lassen bzw. die sowieso vorhandene hohe Abtragungsresistenz eines nicht degradierten Schichtbereichs erniedrigen.

Somit kann eine gleichmäßige Abtragung von korrodiertem und unkorrodiertem Material des Bauteils erfolgen.

Die Opferzone weist bei MCrAlY-Schichten vorteilhafterweise eine metallische Imprägnierkomponente, vorteilhafterweise Aluminium, Aluminiumverbindung oder eine Aluminiumlegierung auf,

Das Reinigungsmittel kann die Metallkomponente auf vorteilhafte Weise auch in Form eines Metallkomplexes enthalten. Somit entfällt beispielsweise das Mischen eines metallischen Pulvers mit einer Trägersubstanz oder dem Aktivierungsmittel.

Die Imprägnierkomponente muss aus dem Reinigungsmittel heraus zumindest teilweise in das Bauteil diffundieren. Dies geschieht vorteilhafterweise dadurch, dass die Imprägnierkomponente gasförmig auf das Bauteil aufgebracht wird. Die gasförmige Verbindung entsteht durch eine Reaktion mit dem Aktivierungsmittel, wobei das Imprägniermittel vorteilhafterweise nicht aufgeschmolzen wird, wodurch die Prozesstemperaturen und damit Prozesskosten gesenkt werden.

Als billiges und einfach verfügbares Aktivierungsmittel verwendet man vorteilhafterweise Halogenverbindungen, z.B. Ammoniumchlorid, das mit Aluminium Aluminiumchlorid bildet.

5

Die Bildung der gasförmigen Verbindung kann kontrolliert werden, indem man dem Reinigungsmittel vorteilhafterweise eine Trägersubstanz, bspw. Aluminiumoxid, beimischt, wodurch die Gasbildung kontrolliert und gleichmäßig wird.

10 Das Verfahren eignet sich vorteilhafterweise für Schichtsysteme wie z.B. eine Turbinenschaufel, die ein Schichtsystem aus einem metallischen Substrat, einer MCrAlY-Schicht und einer darauf aufgetragenen keramischen Wärmedämmschicht aufweisen.

15

Korrosionsprodukte auf der MCrAlY-Schicht führen unterhalb der Korrosionsprodukte (Al_2O_3), zu einer Verarmung an Aluminium in der MCrAlY-Schicht, die hierdurch resistenter gegen eine Säurebehandlung werden. Wenn das Reinigungsmittel als
20 eine metallische Komponente Aluminium enthält, reichert sich Aluminium gemäss dem erfindungsgemäßen Verfahren aber wieder in den bisherigen Aluminium-verarmten Gebieten der MCrAlY-Schicht an, so dass sich dann durch eine Säurebehandlung diese Bereiche wie die MCrAlY-Schicht auflösen, wodurch die
25 auf diesen Bereichen befindlichen Korrosionsprodukte mit abgelöst werden.

Durch das erfindungsgemäße Verfahren können auf vorteilhafte Art und Weise abtragungsresistente Schichtbereiche entfernt
30 werden, oder degradierte Bereiche, wie z.B. Bereiche, die Korrosionsprodukte enthalten, die eine Schicht auf dem korrodierten Bauteil bilden, aber auch Korrosionsprodukte, die sich unterhalb der Oberfläche des korrodierten Bauteils befinden.

35

Nach einer gewissen Zeit der Wärmebehandlung ist der Bereich des Reinigungsmittels, der auf dem Bauteil nahe der Oberflä-

- che des Bauteils angeordnet ist, verarmt an der zumindest einen Imprägnierkomponente. Die Wärmebehandlung ist damit beendet, wenn die Opferzonen groß genug sind, d.h. im Falle der MCrAlY-Schicht die an Aluminium verarmten Gebiete ausreichend wieder mit Aluminium angereichert sind. Wenn das noch nicht der Fall ist, kann das Reinigungsmittel entfernt werden und das Bauteil kann dann einer Thermobehandlung unterzogen werden, wobei man vorteilhafterweise die Imprägnierkomponente des Reinigungsmittels, die bereits in dem Bauteil durch Diffusion vorhanden ist, durch Diffusion tiefer in das Bauteil eindringen lässt und so die Opferzone oder Opferschicht auf vorteilhafte Art und Weise in der Tiefe vergrößert.
- Eine optimale Temperatur der Thermobehandlung liegt oberhalb der Temperatur der Wärmebehandlung bis zur Lösungsglühtemperatur des Bauteils.

In den Figuren sind Ausführungsbeispiele des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt.

Es zeigen

- Figur 1 ein korrodiertes metallisches Bauteil,
Figur 2 ein Bauteil, bei dem eine Reinigungspaste aufgetragen ist, die eine metallische Komponente enthält, die durch einen weiteren Verfahrensschritt in den korrodierten Bereich (Fig. 3) eindringt und erst so ein Ablösen des korrodierten Bereichs des Bauteils ermöglicht (Fig. 4),
Figur 5, 6 zeigt ein Schichtsystem, bei dem eine Schicht korrodierte Bereiche aufweist,
Figur 7 zeigt ein Schichtsystem, Figur 8 degradierte Bereiche einer Schicht des Schichtsystems, die mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt werden (Fig. 9),
Figur 10 zeigt ein Substrat mit einem degradierten Bereich, das mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt wird (Fig. 11), und
Figur 12 zeigt ein Schichtsystem mit einer Chromschicht, die

mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens entfernt wird (Fig. 13).

5 Beschreibung der Ausführungsbeispiele

Figur 1 zeigt ein Bauteil 1 aus Metall, einer Metalllegierung oder aus einer Metallverbindung, das an einer Oberfläche 7 äußere Korrosionsprodukte 4 und/oder im Innern des Bauteils 1 innere Korrosionsprodukte 5 aufweist, die beispielsweise in 10 getrennt voneinander ausgebildeten Gebieten vorhanden sind. Die Korrosionsprodukte 4 können auch zusammenhängend, oder auf der ganzen Oberfläche 7 vorhanden sein, also eine Korrosionsschicht bilden.

15 Das Bauteil 1 kann massiv oder eine Schicht oder ein Bereich eines Verbund- oder Schichtsystems 16 sein (Fig. 5, 6). Die Korrosionsprodukte 4, 5 haben sich während des Einsatzes des Bauteils 1 gebildet und sind für den weiteren Einsatz des 20 Bauteils 1 unerwünscht und müssen entfernt werden. Dies geschieht häufig durch eine Behandlung in einem Säurebad.

Es kommt jedoch vor, dass das Material des Bauteils 1, degradierte Bereiche und die Korrosionsprodukte 4, 5 ein 25 unterschiedliches Reaktionsvermögen in dem Säurebad aufweisen. Das unterschiedliche Auflösungsverhalten im Säurebad ist verursacht durch das unterschiedliche Auflösungsverhalten der Korrosionsprodukte 4, 5 oder weil eine ursprüngliche Zusammensetzung des Materials des Bauteils 30 1 sich verändert hat (Fig. 5, 6), z.B. weil das Korrosionsprodukt 4, 5 einem Bereich des Bauteils 1 im Bereich um das Korrosionsprodukt 4, 5, dem sogenannten Verarmungsgebiet, eine Komponente entzieht. Daher kommt es zu einem ungleichmäßigen Abtrag oder zu keinem Abtrag der 35 Korrosionsprodukte bzw. dem Material im Verarmungsgebiet.

Das erfindungsgemäße Verfahren ermöglicht es, die Korrosionsprodukte vollständig und gleichmäßig mit dem Material des Bauteils 1 zu entfernen.

- 5 Dabei kann bspw. in einem ersten Verfahrensschritt eine grobe Abtragung der Korrosionsprodukte oder anderer Bereiche durch mechanische Verfahren, wie z.B. Sandstrahlen, und/oder chemische Mittel, wie z.B. Säurebad, erfolgen.
- 10 In einem weiteren Verfahrensschritt wird ein mehrkomponentiges Reinigungsmittel 10 auf das korrodierte Bauteil 1, insbesondere in den Bereichen mit den Korrosionsprodukten 4, 5 aufgetragen, die in diesem Beispiel die abtragungsresistenten Bereiche darstellen (Fig. 2), also den Schichtbereich 52.
- 15 Der abzutragende Schichtbereich 52 ist durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet und umfasst alle Korrosionsprodukte 4, 5.

- Das Reinigungsmittel 10 enthält zumindest eine Imprägnierkomponente 13, die bei einer Wärmebehandlung mit zumindest einer Aktivierungskomponente des Reinigungsmittels 10 zu zumindest einer gasförmigen Verbindung reagiert.
- 20

- Durch die gasförmige Verbindung wird die Imprägnierkomponente 13 mit dem Bauteil 1 in Kontakt gebracht oder schlägt sich dort nieder und bildet dort in dem Material des Bauteils 1 bspw. eine Imprägnierschicht. Aus dieser Imprägnierschicht oder direkt aus der gasförmigen Verbindung diffundiert das Imprägniermittel in die Bereiche mit den Korrosionsprodukten 4, 5 ein. Die Imprägnierkomponente 13 ist dann zumindest teilweise in den Bereichen mit den Korrosionsprodukten 4, 5 vorhanden.
- 25
- 30

- Der so gebildete Bereich, die sogenannte Opferzone 25 (Fig. 3), kann zusammen mit dem Material des Bauteils 1, beispielsweise durch ein Säurebad, in gleichmäßiger Abtragung entfernt werden. Ein abzutragender Schichtbereich 52 ist
- 35

durch eine gestrichelt gezeichnete Linie gekennzeichnet. Der abzutragende Schichtbereich 52 umfasst alle Korrosionsprodukte, kann aber auch tiefer als das tiefste Korrosionsprodukt 5 vorhanden sein.

5

Durch die Säurebehandlung verringert sich eine Dicke des Bauteils 1, von einer Dicke d (Fig. 3) zu einer kleineren Dicke d' (Fig. 4).

- 10 Figur 4 zeigt ein Bauteil 1 ohne innere und äußere Korrosionsprodukte 4, 5 aufgrund der Behandlung gemäß dem erfindungsgemäßen Verfahren.

- 15 Die Wahl des Materials der zumindest einen Imprägnierkomponente hängt von der Zusammensetzung des Materials des Bauteils 1 und/oder der Korrosionsprodukte 4, 5 ab.

- 20 Die Aktivierungskomponente hat die Aufgabe, die Imprägnierkomponente auf die Oberfläche 7 des Teils zu bringen. Dies geschieht dadurch, dass die Aktivierungskomponente mit der Imprägnierkomponente eine gasförmige Verbindung bilden kann, die sich auf der Oberfläche 7 des Bauteils 1 abscheiden kann. Hierzu kommen z.B. Halogenverbindungen in Betracht.

- 25 Bezüglich des Verfahrens zu der Auftragung des Reinigungsmittels wird auf die US-PS 6,217,668 verwiesen, die ausdrücklich Teil dieser Offenbarung sein soll.

- 30 Figur 5 zeigt als ein Bauteil 1 ein Schichtsystem 16, das beispielsweise durch eine Turbinenschaufel oder Leitschaufel gebildet ist.

- 35 Das Schichtsystem 16 besteht in diesem Fall aus einem Substrat 19, beispielsweise einer Superlegierung, bspw. der Basis-Zusammensetzung Ni_3Al . Auf dem Substrat 19 ist eine Schicht 22 aufgebracht, beispielsweise mit der

12

Zusammensetzung MCrAlY, wobei M für ein chemisches Element Cr, Ni oder Fe steht. Diese sogenannte MCrAlY-Schicht bildet eine Korrosionsschutzschicht, die auch als Haftvermittlungsschicht für eine nicht dargestellte auf der
5 Schicht 22 aufgebrauchte keramische Wärmedämmschicht fungieren kann.

Während des Einsatzes des Schichtsystems 16 kommt es bspw. zur Oxidation, Nitridation oder Sulfidation, d.h. Degradation
10 der MCrAlY-Schicht 22, so dass sich in der Schicht 22 Bereiche mit Korrosionsprodukten 4, 5 (nicht gezeigt) bilden.

Die Korrosionsprodukte 4, 5 bilden eine zumindest teilweise vorhandene Schicht in oder auf oder unter der Oberfläche 7
15 des Bauteils 16.

Diese Korrosionsprodukte 4, beispielsweise Aluminiumoxid oder andere Aluminiumverbindungen, entziehen der MCrAlY-Schicht 22 Aluminium, so dass sich in der Umgebung des Bereichs mit den
20 Korrosionsprodukten 4, hauptsächlich unter den Korrosionsprodukten, d.h. in Richtung des Substrats 19, zumindest eine Opferzone 25 an Aluminium-verarmten MCrAlY ausbildet. Diese verarmten Gebiete stellen in diesem Beispiel den abtragungsresistenteren Bereich dar, also den
25 Schichtbereich 52. Der abzutragende Schichtbereich 52 ist durch eine gestrichelte Linie gekennzeichnet und umfasst alle Korrosionsprodukte 4, 5 oder die gesamte Schicht 22.

30 Die MCrAlY-Schicht kann auch an Chrom (Cr) verarmen, so dass die Imprägnierkomponente 13 bspw. die Elemente Al und/oder Cr aufweist.

Die Imprägnierkomponente 13 kann auch andere Metalle, z.B.
35 Cobalt, oder Elemente oder Kombinationen daraus enthalten.

13

Sowohl die Korrosionsprodukte 4 als auch die Opferzone 25 weisen im Säurebad gegenüber dem Material der Schicht 22, also dem MCrAlY, eine höhere Säureresistenz auf.

- 5 In einem ersten Verfahrensschritt kann eine grobe Abtragung der keramischen Wärmedämmschicht, der Korrosionsprodukte oder von anderen Bereichen durch mechanische Verfahren, wie z.B. Sandstrahlen, und/oder chemische Mittel, wie z.B. Säurebad, erfolgen.

10

Durch das Aufbringen des Reinigungsmittels 10 mit der Metallkomponente 13 und der anschließenden Erwärmung diffundiert die Metallkomponente 13, die in diesem Beispiel Aluminium enthält, sowohl in die Bereiche mit den Korrosionsprodukten 4 als auch in die Opferzonen 25 ein, so dass dort die zumindest eine Metallkomponente 13 vorhanden ist. Erst durch die Anreicherung mit der Metallkomponente 13 kann bei einer Säurebadbehandlung des Schichtsystems 16 eine bestimmte Schichtdicke der Schicht 22 (MCrAlY) gleichmäßig abgetragen werden.

20

Das Reinigungsmittel 10 kann auch mehrere metallische Komponenten 13 (Al, Cr) aufweisen, wenn das für die Zusammensetzung der Korrosionsprodukte oder der verarmten Opferzonen 25 erforderlich ist.

25

Die metallische Komponente 13 ist bspw. mit zumindest einer Trägersubstanz, beispielsweise Aluminiumoxid oder Aluminiumsilikat, vermischt. Das Reinigungsmittel 10 kann die metallische Komponente 13 auch in Form eines Metallkomplexes enthalten.

30

Ebenso weist das Reinigungsmittel 10 zumindest ein Aktivierungsmittel, bspw. eine Halogenverbindung, beispielsweise in Form von Ammoniumchlorid (NH_4Cl) auf.

35

Bei der Wärmebehandlung des Teils 1 mit dem Reinigungsmittel 10 reagiert das Aluminium als Metallkomponente 13 mit der Ha-

logenverbindung zu einer gasförmigen Verbindung. Dies ist im Beispiel von Ammoniumchlorid Aluminiumchlorid. Die gasförmige Verbindung dringt in die zumindest eine Opferzone 25 ein bzw. ermöglicht es, das Aluminium in das Bauteil 1 hineinzudiffundieren, indem es bspw. eine Imprägnierschicht bildet (Fig. 6). Daher muss die Metallkomponente 13 nicht aufgeschmolzen werden. Es kann aber auch sein, dass sich die gasförmige Verbindung erst bei Temperaturen bildet, die oberhalb des Schmelzpunktes der zumindest einen Imprägnierkomponente liegt, da bspw. eine Sublimation auftritt.

Im Beispiel von Aluminiumfluorid ist die Imprägnierkomponente 13 und die Aktivierungskomponente in einer Verbindung (z.B. AlF_3) enthalten. Bei der Wärmebehandlung bildet sich eine gasförmige Verbindung Aluminiumfluorid (AlF).

Die Wärmebehandlung kann im Vakuum oder in den Schutzgasen Wasserstoff und/oder Argon durchgeführt werden.

Das Reinigungsmittel 10 kann neben der Metallkomponente 13, der Trägersubstanz und dem Aktivierungsmittel noch einen bspw. organischen Binder (Carboxyl Methacrylat, Carboxyl Methylcellulose oder ähnliche Verbindungen) aufweisen, so dass das Reinigungsmittel 10 eine pastenartige oder schlammartige Konsistenz aufweist, das sich so auf das korrodierte Bauteil 1 gut auftragen lässt und aufgrund des Binders auf dem Bauteil 1, 16 haften kann.

Es kann mit einer Flüssigkeit auch eine gießfähige Masse des Reinigungsmittels erstellt werden, in der das Bauteil 1 eingetaucht wird, wobei das Reinigungsmittel 10 auf der Oberfläche 7 des Bauteils 1 nach dem Vertrocknen der Flüssigkeit haften bleibt.

Die Erfindung ist nicht beschränkt auf die genannten Auftragsverfahren.

Nach einer bestimmten Wärmebehandlungsdauer des Bauteils 1 mit dem Reinigungsmittel 10 verringert sich die Konzentration der Metallkomponente 13 in dem der Oberfläche 7 zugewandten Bereich des Reinigungsmittels 10. Aus diesem Bereich kann nur
5 noch geringfügig eine Metallkomponente 13 oder im Extremfall keine Metallkomponente 13 mehr in das Bauteil 1 diffundieren. Ein weiteres, gewünschtes tieferes Eindringen der Metallkomponente 13 in die Tiefe des Materials 1 findet nur durch weitere Diffusion der bereits eindiffundierten
10 Metallkomponente 13 statt. Jedoch würde ein längeres Halten des Bauteils 1 bei erhöhter Temperatur dazu führen, dass von einer Oberfläche 11 des Reinigungsmittels 10 die Metallkomponente 13 über die gasförmige Verbindung zu Oberflächenbereichen 8 des Bauteils 1 gelangt, auf denen kein
15 Reinigungsmittel 10 aufgetragen war und auch kein Eindringen der metallischen Komponente 13 oder der Reaktionsprodukte erwünscht ist.

Daher wird das Reinigungsmittel 10 in diesem Fall nach einer
20 gewissen Dauer der Wärmebehandlung entfernt und es findet lediglich ein weiteres, gewünschtes Eindringen der Metallkomponente 13 in die Tiefe des Materials 1 durch Diffusion der bereits in das Bauteil 1 eindiffundierten metallischen Komponente 13 aufgrund einer Thermobehandlung
25 des Bauteils 1 ohne Reinigungsmittel 10 statt. Die Thermobehandlung wird bspw. durch ein Lösungsglühen des Bauteils 1 ermöglicht.

Die Entfernung des Reinigungsmittels 1 bereitet keine Probleme, da die metallische Komponente 13 nicht aufgeschmolzen
30 ist.

Das Reinigungsmittel 10 kann lokal, insbesondere über den abtragungsresistenten Bereichen, großflächig oder ganz auf
35 das Bauteil 1, 16 aufgebracht sein.

Parameterbeispiel:

16

Schichtmaterial: MCrAlY,

Tiefe der Korrosionsprodukte in der Schicht: 150µm (verarmter Al-Bereich),

Aufbringen des Reinigungsmittel 10 ergibt eine Opferzone 25

5 bis in eine Tiefe von 80µm bei einer Wärmebehandlung bei 925°C und 2h Dauer,

nach Entfernen des Reinigungsmittels findet eine

Thermobehandlung bei 1120°C für höchstens 20h statt:

Opferzone 25 hat eine Tiefe von 150µm.

10

Die Dauer der Thermobehandlung bzw. die Temperatur kann anhand von Kalibrierungskurven (Diffusionstiefe in Abhängigkeit von Zeit und Temperatur) der räumlichen Ausdehnung der Korrosionsprodukte im Bauteil angepasst werden.

15

Nach der Aufbringung des Reinigungsmittels 10 kann vor der Erwärmung eine Maskenschicht aufgebracht werden, die verhindert, dass von der Oberfläche 11 des Reinigungsmittels 10 die metallische Komponente 13 zu Oberflächen 8 des Bauteils 1 gelangt, auf denen kein Reinigungsmittel aufgetragen war und auch kein Eindringen der metallischen Komponente 13 erwünscht ist. So kann das Reinigungsmittel 10 auf dem Bauteil 1 verbleiben und trotzdem eine Wärmebehandlung durchgeführt werden, um oben beschriebenen Effekt zu erreichen.

25

Die Erfindung ist nicht beschränkt auf Teile von Gasturbinen, sondern funktioniert auch bei Bauteilen, die zumindest eine Schicht, bspw. eine Oxidationsschutzschicht, Säureschutzschicht oder Korrosionsschutzschicht aufweisen.

30

Ebenso ist die Erfindung nicht beschränkt auf Bauteile, die keine Schichten aufweisen, deren Korrosionsprodukte aber entfernt werden müssen, wie z.B. bei Reaktionsgefäßen in der chemischen Industrie.

35

Figur 7 zeigt ein Schichtsystem 16, das aus einem Substrat 19, beispielsweise einer Nickel-Basis-Superlegierung, einer Zwischenschicht, insbesondere einer MCrAlY-Schicht 28, und einer äußeren Wärmedämmschicht 31 besteht.

5 Das Schichtsystem 16 war im Einsatz mechanischen und thermischen Belastungen ausgesetzt und soll für einen erneuten Einsatz wieder hergestellt werden (Refurbishment). Dabei wird die Wärmedämmschicht 31 beispielsweise durch Sandstrahlen entfernt. Dies kann auf einfache Art und Weise
10 mit mechanischen Mitteln erfolgen, da es sich bei den Wärmedämmschichten 31 meistens um keramische, d.h. spröde Schichten handelt. Die zumindest eine Zwischenschicht 28 ist metallisch und lässt sich schwieriger mit mechanischen Mitteln entfernen.

15 Die Figur 8 zeigt das Schichtsystem 16, bei der die Wärmedämmschicht 31 schon entfernt ist und die Zwischenschicht 28 vergrößert dargestellt ist. Die Zwischenschicht 28 ist degradiert. Degradation bedeutet in
20 dem Fall, dass sich Korrosionsprodukte, d.h. Oxide, Nitride und Sulfide gebildet haben oder dass eine Phasensegregation stattgefunden hat, beispielsweise die Koagulation von Aluminiumphasen 43 oder eine Veränderung des Konzentrationsgefüges aufgrund von Diffusionen.

25 Dabei sieht die Zwischenschicht 28 aber nicht notwendigerweise wie folgt aus: In einer ersten Zone 34, auf der die Wärmedämmschicht 31 aufgebracht war, sind äußere 4 und innere Korrosionsprodukte 5 vorhanden, die durch Kontakt und Reaktion mit einem reaktiven Medium entstanden sind.

30 In einer zweiten Zone 37, die sich in Richtung des Substrats 19 an die erste Zone 34 anschließt, sind beispielsweise keine Korrosionsprodukte vorhanden, aber durch die durch thermische Belastung bedingte Diffusion haben sich Aluminium oder
35 Aluminiumphasen oder sonstige Elemente koaguliert.

An die zweite Zone 37 schließt sich eine dritte Zone 40 an, die sich zwischen dem Substrat 19 und der zweiten Zone 37 befindet. In der dritten Zone 40 hat sich die Konzentration der Zwischenschicht 28 ausgehend von ihrer

5 Anfangszusammensetzung aufgrund von Diffusion von Elementen in das Substrat 19 verändert. Dies ist im Falle einer MCrAlY-Zwischenschicht 28 und einer Ni-Al-Superlegierung als Substrat 19 beispielsweise Aluminium, das in der MCrAlY-Schicht in höherer Konzentration als in dem Substrat 19
10 vorhanden ist und daher aufgrund des Konzentrationsunterschiedes in das Substrat hineindiffundiert. So ist bspw. die gesamte Zwischenschicht 28 degradiert, die den abzutragenden Schichtbereich 52 darstellt.

15

Es kann aber auch sein, dass nur die erste Zone und die zweite Zone 34, 37 degradiert sind und die dritte Zone 40 keinerlei Degradationserscheinungen aufzeigt. Trotzdem kann auch die dritte Zone 40 durch Imprägnierung mit dem
20 Imprägnierungsmittel 13 zum Teil einer Opferzone 25 gemacht und abgetragen werden.

Mittels des in Figuren 1 bis 6 beschriebenen erfindungsgemäßen Verfahren wird die gesamte Zwischenschicht
25 28 entfernt, indem das Imprägnierungsmittel 13 in die gesamte Zwischenschicht 28 bis zum Substrat 19 hineindiffundiert (Fig. 9). Die Abtragung der Zwischenschicht 28 erfolgt wie schon weiter oben beschrieben.

30

Figur 10 zeigt ein Substrat 19, beispielsweise eine Nickel-Basis-Superlegierung einer Turbinenschaufel, die durch den Einsatz in einem degradierten oberflächennahen Bereich 46 degradiert ist, der den abzutragenden Schichtbereich 52
35 darstellt. Der degradierte Bereich 46 ist beispielsweise durch Korrosion oder durch Hineindiffusion von Elementen in das Substrat 19 oder Wegdiffusion von Elementen aus dem

Substrat 19 in darauf aufliegenden Schichten oder Schichtbereichen des Substrats entstanden.

Mittels des erfindungsgemäßen Verfahrens wird ein
5 Imprägniermittel 13 in den degradierten Bereich 46
eingebracht, so dass der degradierte Bereich 46 zu einer
Opferzone 25 wird und sich vollkommen und einfacher entfernen
lässt (Fig. 11). Der abzutragende Schichtbereich 52 umfasst
zumindest den degradierten Bereich kann aber auch vergrößert
10 werden.

Die Schichten, die mit dem Verfahren entfernt werden können,
müssen nicht notwendigerweise degradiert sein. So zeigt Figur
15 12 ein Schichtsystem 16, dass aus einem Substrat 19 und einer
bspw. nicht degradierten Chromschicht 49 besteht, die den
abzutragenden Schichtbereich 52 darstellt, da eine
chromhaltige oder eine Chromschicht 49 eine hohe
Abtragungsresistenz gegenüber chemischen Abtragsverfahren
20 aufweist.

Das Anwendungsbeispiel ist jedoch nicht auf eine Chromschicht
beschränkt bzw. die Chromschicht kann auch bspw. durch
Korrosion degradiert sein. Die Schicht 49 lässt sich mit den
üblichen Entfernungsmethoden wie z.B. Säurestrippen schlecht
25 entfernen.

Mit Hilfe des erfindungsgemäßen Verfahrens lässt man das
Imprägniermittel 13 in die Schicht 49 eindringen, wodurch
sich die Schicht 49 mit den üblichen Verfahren,
30 beispielsweise dem Säurestrippen leichter entfernen lässt
(Fig. 13), da die Abtragungsresistenz verringert worden ist.

Wenn das Substrat 19 ebenfalls teilweise degradiert ist, kann
durch die Wärmebehandlung die Imprägnierkomponente 13 in das
35 Substrat eindringen oder man vergrößert die Opferzone 25
durch eine Erweiterungszone 54 während der Thermobehandlung
aufgrund von Diffusion.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Entfernung von zumindest einem
Schichtbereich (52) eines Bauteils (1) aus Metall und/oder
5 aus zumindest einer Metallverbindung,

das folgende Schritte umfasst:

10 Aufbringung eines mehrkomponentigen Reinigungsmittels (10)
auf das Bauteil (1),
wobei das Reinigungsmittel (10) zumindest eine Imprägnier-
komponente (13), die in den Schichtbereich (52) des
Bauteils (1) diffundieren kann, und zumindest eine
Aktivierungskomponente enthält,

15 Wärmebehandlung des Bauteils (1) mit dem Reinigungsmittel
(10) so,
dass die zumindest eine Imprägnierkomponente (13) und die
zumindest eine Aktivierungskomponente zumindest eine
20 gasförmige Verbindung bilden,

Bildung von zumindest einer Opferzone (25) zumindest teil-
weise in dem abzutragenden Schichtbereich (52) des
Bauteils (1) aufgrund der Wärmebehandlung, indem die
25 zumindest eine gasförmige Verbindung in Kontakt mit dem
Bauteil (1) kommt,
wodurch die Abtragungsresistenz der bisherigen abtragungs-
resistenten Schichtbereiche zumindest verringert wird,

30 Abtragung des abzutragenden Schichtbereichs (52) mit der
zumindest einer Opferzone (25).

2. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Reinigungsmittel (10) auf dem Bauteil (1) zumindest
teilweise haftet.

5

3. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die zumindest eine Opferzone (25) zumindest teilweise
durch Bereiche des Bauteils (1) gebildet wird, die die
zumindest eine Imprägnierkomponente (13) aufweisen.

10

4. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Reinigungsmittel (10) als zumindest eine
Imprägnierkomponente (13) zumindest eine Metallkomponente
(13) aus einem Metall oder einer Metalllegierung oder eine
metallhaltige Komponente (13) aufweist.

15

5. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die zumindest eine Imprägnierkomponente (13) unmittelbar
aus der Gasphase oder nach Abscheiden auf dem Bauteil (1)
durch Diffusion in das Bauteil (1) eindringt.

20

6. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Temperatur bei der Wärmebehandlung des Bauteils (1)
mit dem Reinigungsmittel (10) unterhalb des niedrigsten
Schmelzpunkts der zumindest einen Imprägnierkomponente
(13) liegt.

25

30

7. Verfahren nach Anspruch 1,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Reinigungsmittel (10) als zumindest eine
Aktivierungskomponente eine Halogenverbindung enthält.

35

8. Verfahren nach Anspruch 4,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Metallkomponente (13) aus Aluminium ist oder die
metallhaltige Komponente (13) Aluminium enthält.

5

9. Verfahren nach Anspruch 1 oder 3,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die zumindest eine Opferzone (25) zumindest teilweise
Aluminium oder Aluminiumverbindungen aufweist.

10

10. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2, 4
oder 7, dadurch g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Reinigungsmittel (10) als weitere Komponente zumindest
eine Trägersubstanz aufweist.

15

11. Verfahren nach Anspruch 10,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
die Trägersubstanz Aluminiumoxid ist.

20

12. Verfahren nach einem oder mehreren der Ansprüche 1, 2,
4, 7 oder 10, d a d u r c h gekennzeichnet , dass
das Reinigungsmittel (10) nur lokal auf einer Oberfläche
(7) des Bauteils (1) aufgebracht ist.

25

13. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 12,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Reinigungsmittel (10) eine pastenartige Konsistenz
aufweist.

30

14. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 13,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , dass
das Reinigungsmittel (10) als eine weitere Komponente
zumindest einen Binder zur Herstellung der pastenartigen
Konsistenz des Reinigungsmittels (10) aufweist.

35

23

15. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s

das Bauteil (1) ein Schichtsystem (16) mit zumindest einer
5 Schicht (22), insbesondere eine beschichtete
Turbinschaufel, ist,
wobei der abzutragende Schichtbereich (52) der Schicht
(22) entspricht.

10 16. Verfahren nach Anspruch 15,

d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
die Schicht (22) eine MCrAlY-Schicht ist.

17. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 12 oder 15,

15 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
äußere Korrosionsprodukte (4) in der Oberfläche (7) des
Bauteils (1, 16) entfernt werden.

18. Verfahren nach Anspruch 1, 2, 12 oder 15,

20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
innere Korrosionsprodukte (5) unterhalb der Oberfläche (7)
des Bauteils (1, 16) entfernt werden.

19. Verfahren nach Anspruch 1, 2 oder 12,

25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
in einem Zwischenschritt das Reinigungsmittel (10) nach
der Wärmebehandlung entfernt wird.

20. Verfahren nach Anspruch 19,

30 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t , d a s s
in einem Zwischenschritt die zumindest eine Opferzone (25)
in der Tiefe des Bauteils (1) durch eine Thermobehandlung
vergrößert wird.

24

21. Verfahren nach Anspruch 20,

dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperatur der Thermobehandlung zumindest teilweise
oberhalb der Temperatur der Wärmebehandlung liegt.

5

22. Verfahren nach Anspruch 4 oder 21,

dadurch gekennzeichnet, dass
die Temperatur der Thermobehandlung ein Lösungsglügen des
Bauteils (1) ermöglicht.

10

23. Verfahren nach Anspruch 1 oder 12,

dadurch gekennzeichnet, dass
das Reinigungsmittel (10) auf die Oberfläche (7) des
Bauteils (1) im Bereich von Korrosionsprodukten (4, 5)
aufgetragen wird.

15

24. Verfahren nach Anspruch 1, 5 oder 6,

dadurch gekennzeichnet, dass
die gasförmige Verbindung eine Imprägnierschicht in dem
Bauteil (1) erzeugt, die zumindest teilweise aus der
zumindest einen Imprägnierkomponente (13) besteht.

20

25. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass
der Schichtbereich (52) Korrosionsprodukte (4, 5) enthält.

25

26. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass
der Schichtbereich (52) zumindest bereichsweise degradiert
ist.

30

27. Verfahren nach Anspruch 1,

dadurch gekennzeichnet, dass
der Schichtbereich (52) zumindest bereichsweise degradiert
ist durch Diffusion von chemischen Elementen aus oder in
den Schichtbereich (52).

35

28. Verfahren nach Anspruch 1,
dadurch gekennzeichnet, dass
5 der Schichtbereich (52) eine Chrom- oder chromhaltige
Schicht ist.

GEÄNDERTE ANSPRÜCHE

**beim Internationalen Büro am 25 Oktober 2002 (25.10.02) eingegangen:
ursprünglicher Anspruch 1 durch geänderten Anspruch 1 ersetzt (1 Seite) ***

1. Verfahren zur Entfernung von zumindest einem
Schichtbereich (52) eines Bauteils (1) aus Metall und/oder
5 aus zumindest einer Metallverbindung,

das folgende Schritte umfasst:

lokale Aufbringung eines mehrkomponentigen Reinigungsmittels
10 (10) auf einer Oberfläche des korrodierten Bauteils (1),
wobei das Reinigungsmittel (10) zumindest eine Imprägnier-
komponente (13), die in den Schichtbereich (52) des Bauteils
(1) diffundieren kann, und zumindest eine
Aktivierungskomponente enthält,

15 Wärmebehandlung des Bauteils (1) mit dem Reinigungsmittel
(10) so,
dass die zumindest eine Imprägnierkomponente (13) und die zu-
mindest eine Aktivierungskomponente zumindest eine gasför-
20 mige Verbindung bilden,

Bildung von zumindest einer Opferzone (25) zumindest teil-
weise in dem abzutragenden Schichtbereich (52) des Bauteils
(1) aufgrund der Wärmebehandlung, indem die zumindest eine
25 gasförmige Verbindung in Kontakt mit dem Bauteil (1) kommt,
wodurch die Abtragungsresistenz der bisherigen abtragungs-
resistenten Bereiche zumindest verringert wird,

Abtragung der abzutragenden Schicht (52) mit der zumindest
30 einen Opferzone (25).

1 / 4

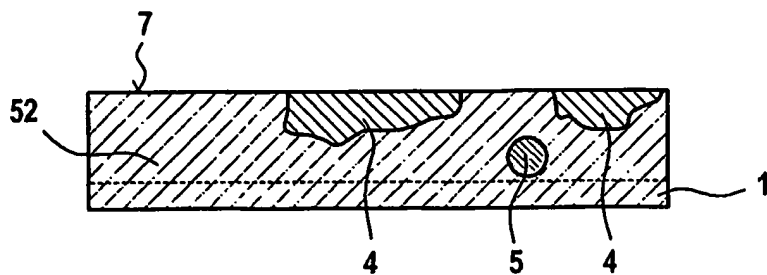


FIG 1

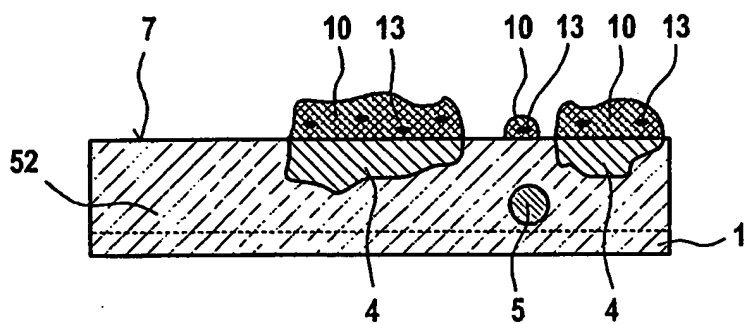


FIG 2

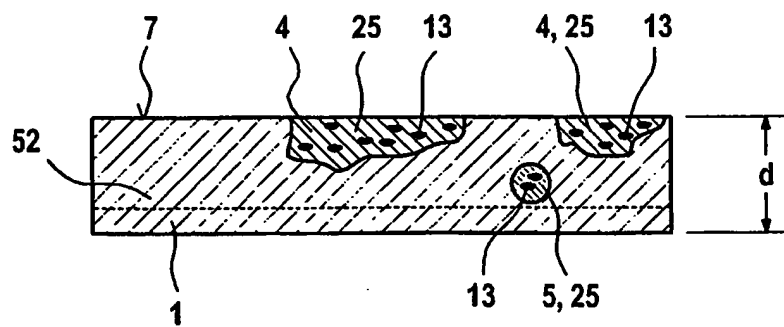


FIG 3

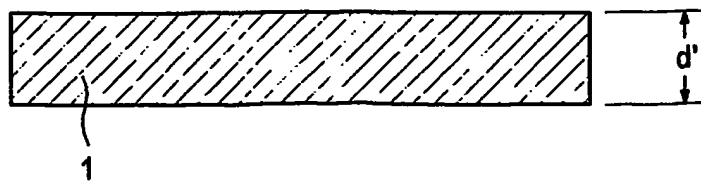


FIG 4

2 / 4

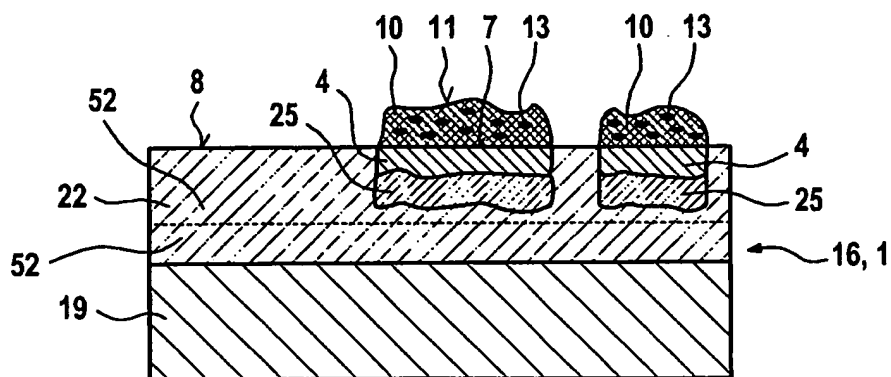


FIG 5

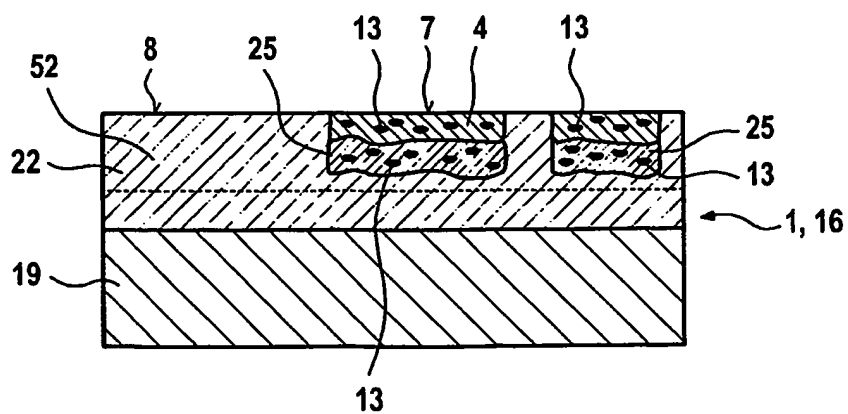


FIG 6

3/4

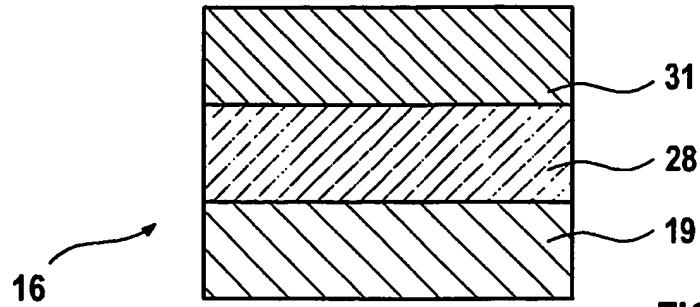


FIG 7

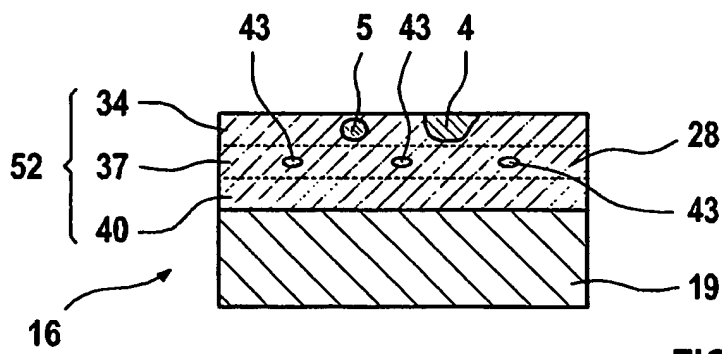


FIG 8

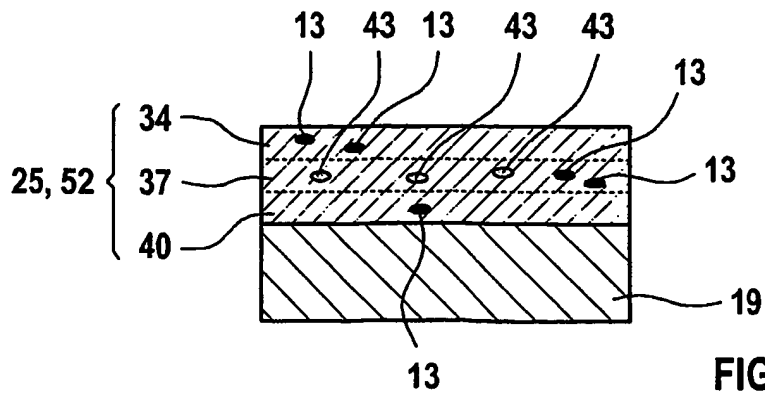


FIG 9

4 / 4

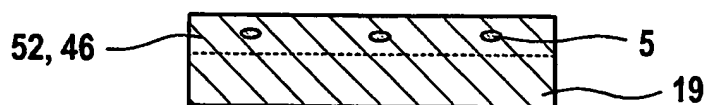


FIG 10

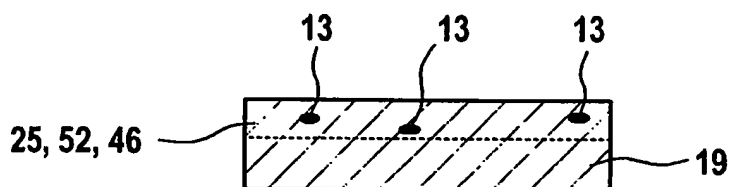


FIG 11

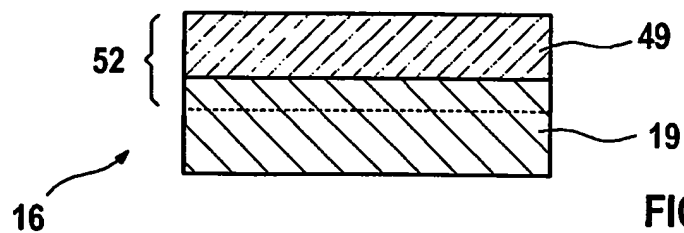


FIG 12

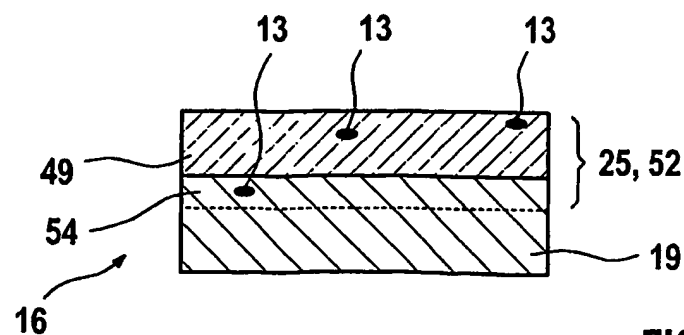


FIG 13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/05490

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 C23G5/00 C23C10/60 C23F4/00 F01D5/00 C23C10/04 B23P6/00		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 C23G C23C C23F F01D B23P		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 217 668 B1 (CZECH NORBERT ET AL) 17 April 2001 (2001-04-17) cited in the application column 4, line 1 -column 6, line 28; claims; example 5 column 7, line 60 -column 8, line 14	1-28
X	US 6 042 879 A (SIMARD DALE A ET AL) 28 March 2000 (2000-03-28) column 4, line 63 -column 6, line 9; claims	1-28
A	US 4 004 047 A (GRISIK JOHN J) 18 January 1977 (1977-01-18) claims	1-28
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C. <input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier document but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report
23 September 2002		01/10/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Authorized officer Mauger, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/EP 02/05490

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	EP 0 713 957 A (ATLA S R L ;FINMECCANICA SPA (IT)) 29 May 1996 (1996-05-29) the whole document -----	1-28

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 information on patent family members

International Application No

PCT/EP 02/05490

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)	Publication date
US 6217668	B1	17-04-2001	EP	0596955 A1	18-05-1994
			JP	3027005 B2	27-03-2000
			JP	6509388 T	20-10-1994
			KR	239990 B1	15-01-2000
			PL	172458 B1	30-09-1997
			RU	2107749 C1	27-03-1998
			SK	6294 A3	09-11-1994
			CA	2114413 A1	18-02-1993
			CN	1073989 A ,B	07-07-1993
			CZ	9400083 A3	15-02-1995
			DE	69218061 D1	17-04-1997
			DE	69218061 T2	21-08-1997
			WO	9303201 A1	18-02-1993
			EP	0525545 A1	03-02-1993
			ES	2098396 T3	01-05-1997
			SG	80516 A1	22-05-2001
US 6042879	A	28-03-2000	EP	0998593 A1	10-05-2000
			JP	2002508034 T	12-03-2002
			WO	9901587 A1	14-01-1999
			US	6171711 B1	09-01-2001
US 4004047	A	18-01-1977	BE	822348 A1	14-03-1975
			CA	1051282 A1	27-03-1979
			DE	2502609 A1	04-09-1975
			DE	2560464 C2	19-07-1984
			DE	2560537 C1	13-02-1986
			FR	2262702 A1	26-09-1975
			GB	1508471 A	26-04-1978
			GB	1508472 A	26-04-1978
			GB	1508473 A	26-04-1978
			IL	45597 A	30-12-1977
			IT	1033219 B	10-07-1979
			JP	1224606 C	31-08-1984
			JP	50124842 A	01-10-1975
			JP	58056750 B	16-12-1983
EP 0713957	A	29-05-1996	EP	0713957 A1	29-05-1996

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES

IPK 7 C23G5/00 C23C10/60 C23F4/00 F01D5/00 C23C10/04
B23P6/00

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)

IPK 7 C23G C23C C23F F01D B23P

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EPO-Internal, WPI Data, PAJ, COMPENDEX

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 6 217 668 B1 (CZECH NORBERT ET AL) 17. April 2001 (2001-04-17) in der Anmeldung erwähnt Spalte 4, Zeile 1 -Spalte 6, Zeile 28; Ansprüche; Beispiel 5 Spalte 7, Zeile 60 -Spalte 8, Zeile 14	1-28
X	US 6 042 879 A (SIMARD DALE A ET AL) 28. März 2000 (2000-03-28) Spalte 4, Zeile 63 -Spalte 6, Zeile 9; Ansprüche	1-28
A	US 4 004 047 A (GRISIK JOHN J) 18. Januar 1977 (1977-01-18) Ansprüche	1-28
	-/-	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

☒ Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

G Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

23. September 2002

Absendedatum des internationalen Recherchenberichts

01/10/2002

Name und Postanschrift der internationalen Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax: (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Mauger, J

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	EP 0 713 957 A (ATLA S R L ;FINMECCANICA SPA (IT)) 29. Mai 1996 (1996-05-29) das ganze Dokument	1-28

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

ationales Akdenzeichen

rci/EP 02/05490

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6217668	B1	17-04-2001	EP 0596955 A1 18-05-1994
			JP 3027005 B2 27-03-2000
			JP 6509388 T 20-10-1994
			KR 239990 B1 15-01-2000
			PL 172458 B1 30-09-1997
			RU 2107749 C1 27-03-1998
			SK 6294 A3 09-11-1994
			CA 2114413 A1 18-02-1993
			CN 1073989 A ,B 07-07-1993
			CZ 9400083 A3 15-02-1995
			DE 69218061 D1 17-04-1997
			DE 69218061 T2 21-08-1997
			WO 9303201 A1 18-02-1993
			EP 0525545 A1 03-02-1993
			ES 2098396 T3 01-05-1997
			SG 80516 A1 22-05-2001
US 6042879	A	28-03-2000	EP 0998593 A1 10-05-2000
			JP 2002508034 T 12-03-2002
			WO 9901587 A1 14-01-1999
			US 6171711 B1 09-01-2001
US 4004047	A	18-01-1977	BE 822348 A1 14-03-1975
			CA 1051282 A1 27-03-1979
			DE 2502609 A1 04-09-1975
			DE 2560464 C2 19-07-1984
			DE 2560537 C1 13-02-1986
			FR 2262702 A1 26-09-1975
			GB 1508471 A 26-04-1978
			GB 1508472 A 26-04-1978
			GB 1508473 A 26-04-1978
			IL 45597 A 30-12-1977
			IT 1033219 B 10-07-1979
			JP 1224606 C 31-08-1984
			JP 50124842 A 01-10-1975
			JP 58056750 B 16-12-1983
EP 0713957	A	29-05-1996	EP 0713957 A1 29-05-1996